南方小花蝽液体人工饲料的饲养效果评价

张士昶，周兴苗，潘 悦，雷朝亮*

（湖北省昆虫资源利用与害虫可持续治理重点实验室，华中农业大学，武汉 430070）

摘要：为评价一种液体人工饲料的饲养效果，以棉蚜饲养南方小花蝽作对照，用液体人工饲料连续两代饲养南方小花蝽若虫和成虫，对南方小花蝽各生长阶段的生长和发育指标进行调查。结果显示：用人工饲料饲养的南方小花蝽若虫历期（22～23 天）与对照组（21 天）之间不存在显著差异，说明液体人工饲料可以很好的满足南方小花蝽若虫生长的营养要求。然而，用棉蚜饲养的对照组南方小花蝽成虫获得率可达到 63%，而人工饲料组连续两代的成虫获得率分别仅为 45% 和 43%。取食人工饲料的南方小花蝽成虫，在产卵前期、产卵量及寿命方面与对照组都没有显著差异，仅在产卵期方面有着显著差异，人工饲料组小花蝽的产卵期为 13～16 天，而对照组小花蝽的产卵期可达 20 天，说明液体人工饲料也可以很好的满足南方小花蝽成虫生殖发育的营养要求。

关键词：南方小花蝽；液体人工饲料；大规模饲养；生物防治；生长发育；繁殖

中图分类号：Q969.9 **文献标识码**：A **文章编号**：0454-6296(2008)09-0997-05

Evaluation of an artificial liquid diet of *Orius similis* Zheng (Hemiptera: Anthocoridae)

ZHANG Shi-Chang，ZHOU Xing-Miao，PAN Yue，LEI Chao-Liang* (Key Laboratory of Insect Resource Utilization & Sustainable Pest Management of Hubei Province，Huazhong Agricultural University，Wuhan 430070，China)

Abstract: To evaluate an artificial liquid diet of *Orius similis* Zheng，the nymph and adult of *O. similis* were fed on the artificial diet for two generations continuously using cotton aphids as the control，and their developmental and reproductive indexes at different stages were investigated. The results showed that the durations (22 – 23 days) of the two consecutive generations of *O. similis* were not significantly different from that of the control (21 days)，which suggested that the diet could well meet the nutritional need of the nymph of *O. similis* for growth and development. However，the obtainable rate of the adult of *O. similis* fed on the cotton aphids could achieve 63%，which was prominently greater than those of the two consecutive generations of *O. similis* fed on the artificial liquid diet，which were 45% and 43%，respectively. There were no significant differences in the period of pre-oviposition，the fecundity and longevity of the adult of *O. similis* between the treatments and the control. But the significant difference was observed in the period of oviposition between the treatments and the control，which are about 13 – 16 days for the treatments and 20 days for the control，respectively. These results suggested that the artificial liquid diet could also well meet the nutritional need of adult *O. similis* for reproduction.

Key words: *Orius similis*；artificial liquid diet；mass rearing；biological control；growth and development；reproduction

南方小花蝽 *Orius similis* Zheng 属半翅目(Hemiptera)花蝽科(Anthocoridae)，是我国南方棉田中的一种重要捕食性天敌，其成虫和若虫均可捕食棉蚜、花蓟马、棉叶螨以及棉红铃虫、棉小造桥虫等多种鳞翅目害虫的卵或初孵幼虫，是一类很有利用前景的捕食性天敌（雷朝亮，1997）。关于南方小花

基金项目：“十一五”国家科技支撑计划项目(2006BAD08A02，2006BAI09B04-06)

作者简介：张士昶，男，1983 年生，硕士研究生，主要从事害虫生物防治方面的研究，E-mail：nrzsc@163.com

* 通讯作者 Author for correspondence，E-mail：ioir@mail.hzau.edu.cn

收稿日期 Received：2008-01-17；接受日期 Accepted：2008-05-02

蝽生物学、生态学等方面的研究,国内已有不少报道(雷朝亮,1997; 周兴苗和雷朝亮,2002; Zhou *et al*., 2006),但对于其人工饲料的研究国内尚未见报道。

人工饲料的配制是小花蝽饲养中的一个重要问题,它直接关系到小花蝽饲养的成本,对于人工大规模饲养小花蝽具有重要意义。所以,近年来国内外对小花蝽的人工饲料进行了大量的研究,主要集中在东亚小花蝽 *O. sauteri*、美洲小花蝽 *O. insidiosus* 和 *O. laevigatus* 等种类上(Cocuzza *et al*., 1997; 王方海等, 1998; Ferkovich and Shapiro, 2004a; Arijs and De Clercq, 2004),而且,所研究的人工饲料大多数为固体人工饲料。为了提高产卵量,在配制固体人工饲料时,往往加入一些自然寄主或其卵如:花粉、蓟马、印度谷螟 *Plodia interpunctella* Hübner 的卵、地中海粉螟 *Ephestia kuehniella* Zeller 的卵等作为辅料(Cocuzza *et al*., 1997; Ferkovich and Shapiro, 2005)。这样的人工饲料虽然提高了产卵量,但同时也增加了人工规模化饲养的难度和成本。对于液体人工饲料研究的国内外报道的较少。由于小花蝽为刺吸式口器,适宜的液体人工饲料更有利于小花蝽的取食,所以液体人工饲料的研究具有重要意义。

鉴于此,作者研究了南方小花蝽未添加任何自然寄主情况下的液体人工饲料,为降低南方小花蝽人工规模化饲养的成本奠定了基础,同时还可为其他天敌昆虫人工饲料的研究提供有益的参考。

1 材料与方法

1.1 南方小花蝽液体人工饲料的配方

啤酒酵母 20 g,蛋黄 30 g,蜂蜜 20 g,蔗糖 10 g,亚油酸 0.9 g,叶片营养液 100 mL(营养液配方为 $Cu(NO_3)_2$ 5.9 g, KNO_3 2.5 g, KH_2PO_4 0.7 g, $MgSO_4$ 0.6 g, 柠檬酸铁 50 mg,链霉素 250 mg,蒸馏水 5 000 mL,混匀后放在 4℃冰箱中冷藏备用),蒸馏水 300 mL。所有试剂均购自 Sigma 中国公司。

将以上各种成分放在一起搅拌均匀后,放在 4℃冰箱中冷藏备用。

1.2 防腐剂

选用山梨酸,用 95%乙醇配制成 10%的原液,使用时再稀释成 0.1%的试验浓度。

1.3 供试虫源

南方小花蝽采自华中农业大学棉花试验田,在室内养虫室(28 ± 1℃,16L:8D, RH 65% ~ 75%)用棉蚜进行人工养殖,从而获得大量供试小花蝽卵。

1.4 仪器

恒温培养箱(武汉瑞华仪器设备有限公司, HP250GS 型),体视显微镜(日本 Nikon 公司,SMZ-1500 型)

1.5 实验方法

1.5.1 液体人工饲料对南方小花蝽若虫发育的影响:在培养皿(直径 12.5 cm × 高 2 cm)的培养皿的底部垫上一层细纱布,将配制好的液体人工饲料倒入培养皿中,使营养液浸透纱布。将从田间采回来的新鲜棉叶,用打孔器打成若干个直径为 3 cm 的圆片,每皿中放 10 个圆叶片,圆叶片背面朝上,每个圆叶片上接一头南方小花蝽初孵若虫,棉叶及营养液每 2 天更换一次。另外,在透明塑料指形管(长 7.5 cm × 直径 1.5 cm)中用南方小花蝽自然寄主棉蚜 *Aphis gossypii* Glover 的高龄若蚜饲养初孵南方小花蝽若虫作为对照,每个指形管饲养一头若虫,指形管管口用浸湿的棉花堵住防止南方小花蝽逃逸并为其提供水源。实验在 28 ± 1℃恒温下进行,相对湿度为 75%,光照周期为 16L:8D。实验用液体人工饲料连续饲养南方小花蝽两代。每头南方小花蝽若虫为一个处理,实验和对照各设 40 个处理。每天两次(8:00 和 20:00)观察并记录南方小花蝽的发育历期。发育历期的统计排除意外死亡的处理。各龄期的确定以观察到小花蝽的蜕为准。

1.5.2 液体人工饲料对南方小花蝽若虫各龄存活率的影响:用实验 1.5.1 的饲养方法连续饲养两代南方小花蝽若虫,30 头若虫为一个处理,每个处理重复 3 次,每天两次(8:00 和 20:00)观察并记录南方小花蝽的生长发育历期及存活状况,直到若虫羽化为止。各龄期的确定以观察到小花蝽的蜕为准。由于在实验中会出现极少数小花蝽发育停滞的现象,所以数据统计排除那些发育停滞在某龄期或若虫期大于 50 天的小花蝽。各龄的累积存活率为能成功发育到该龄期的若虫占该处理样本数的比,5 龄若虫的累积存活率即该处理的成虫获得率。实验在 28 ± 1℃恒温下进行,相对湿度为 75%,光照周期为 16L:8D。

1.5.3 液体人工饲料对南方小花蝽成虫繁殖力的影响:用 1.5.1 节的方法连续饲养南方小花蝽两代各 100 头初孵若虫,并且设置对照组若虫 50 头。若虫羽化后,在体视镜下鉴别其性别,然后将雌雄配对,如果雌雄交配时间超过 1.5 min,则断定雌雄已经成功交配(Butler and O'Neil, 2007)。然后将已交配的雌虫放到一个塑料小盒(10 cm × 4 cm × 3 cm)中,盒子的底部

垫上一层已被液体人工饲料浸湿的细纱布，再将一段端部用浸湿的棉花包裹的迎春花 *Jasminum nudirlorum* Lindl.嫩茎放到盒子里给南方小花蝽做产卵基质(Zhou *et al*.，2006)。在体视镜(15 倍)下每天(8:00)检查并记录迎春花嫩茎上的着卵量，然后更换新的迎春花嫩茎，同时更换新的塑料小盒，添加新的人工饲料，直至小花蝽死亡。本实验记录每头南方小花蝽雌虫的产卵前期、产卵期、产卵总量、寿命(从羽化到死亡之间的时间间隔)。实验在 28±1℃恒温下进行，相对湿度为 75%，光照周期为 16L:8D。

1.6 数据处理

实验数据用 SPSS 软件进行方差分析(ANOVA)，平均数进行 Tukey 测验，显著水平 $P \leqslant 0.05$。

2 结果与分析

2.1 液体人工饲料对南方小花蝽若虫发育的影响

从表 1 可以看出，除了对照组 3 龄若虫与液体人工饲料饲养的第 2 代的 3 龄若虫之间存在显著差异外，用液体人工饲料饲养的南方小花蝽连续两代的各龄历期及总历期与用自然寄主棉蚜饲养的南方小花蝽的各龄历期及总历期之间不存在显著差异，表明所配液体人工饲料可以很好的满足南方小花蝽若虫生长发育的营养要求。

表 1 南方小花蝽连续两代若虫取食液体人工饲料后的发育历期

Table 1 The development of two consecutive generations of the nymph of *Orius similis* fed on the artificial liquid diet

处理 Treatments	若虫各龄期发育历期(d) Developmental duration of nymph in different instar					未成熟期总历期(d) Total duration of immature stage
	1 龄 1st instar	2 龄 2nd instar	3 龄 3rd instar	4 龄 4th instar	5 龄 5th instar	
第 1 代 1st generation	3.2±0.4(15)a	3.4±0.3(15)a	4.0±0.3(15)ab	4.6±0.4(15)a	7.0±0.3(15)a	22.3±0.8(15)a
第 2 代 2nd generation	3.5±0.4(13)a	3.7±0.3(13)a	4.6±0.2(13)a	5.2±0.5(13)a	6.4±0.5(13)a	23.3±1.2(13)a
对照 CK	2.9±0.2(19)a	3.3±0.2(19)a	3.5±0.18(19)b	5.2±0.3(19)a	6.2±0.2(19)a	21.0±0.6(19)a
ANOVA 分析结果 ANOVA result	*df*=2,46, *F*=0.886, *P*=0.421	*df*=2,46, *F*=0.549, *P*=0.581	*df*=2,46, *F*=5.285, *P*=0.009	*df*=2,46, *F*=0.862, *P*=0.429	*df*=2,46, *F*=1.848, *P*=0.170	*df*=2,46, *F*=1.752, *P*=0.185

表中数据为平均值±标准误，其中，同列数据后有相同字母表示经 Tukey 多重比较后差异不显著($P>0.05$)；圆括号内的数字表示样本数；下同。
Values (mean ± *SE*) followed by different letters within a column are significantly different by Tukey test at $P<0.05$. Sample numbers are given in the parentheses. The same below.

2.2 液体人工饲料对南方小花蝽若虫存活的影响

从图 1 可以看出，与用棉蚜饲养的对照相比，用液体人工饲料饲养的南方小花蝽若虫各龄累积存活率都显著低于取食棉蚜的南方小花蝽若虫各龄的累积存活率，用棉蚜饲养的南方小花蝽的成虫获得率可达到 63%，而用液体人工饲料饲养的南方小花蝽连续两代的成虫获得率分别仅达 45% 和 43%，低于 50%；用液体人工饲料饲养的第 1 代南方小花蝽各龄期的累积存活率分别高于第 2 代相应龄期的累积存活率，但没有显著性差异。

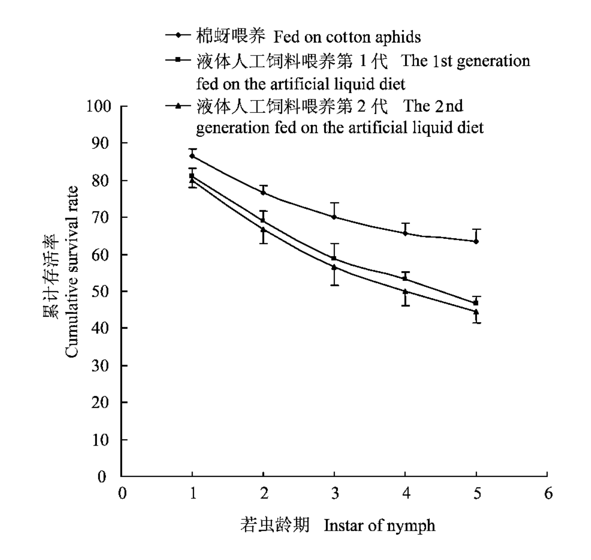


图 1 南方小花蝽若虫取食液体人工饲料后的累积存活率

Fig. 1 The cumulative survival rate of the nymph of *Orius similis* fed on the liquid artificial diet

2.3 液体人工饲料对南方小花蝽成虫繁殖力的影响

从表 2 可以看出，南方小花蝽取食液体人工饲料后，连续两代成虫在产卵前期、产卵期、产卵量、寿命方面均无显著性差异，说明所配液体人工饲料对南方小花蝽成虫生殖因素的影响比较稳定。然而，与用棉蚜饲养的对照相比，取食液体人工饲料的南方小花蝽成虫，虽然在产卵前期、产卵量及寿命方面与对照组都没有显著差异，但是在产卵期方面有着

显著差异，对照组的产卵期长达20天，而实验组第1代小花蝽的产卵期为16天左右，第2代小花蝽的产卵期也仅为13天左右。

表2 南方小花蝽连续两代成虫取食液体人工饲料后的生殖特征

Table 2 The reproductive characteristics of the adult of *Orius similis* fed on the liquid artificial diet

处理 Treatments	产卵前期(d) Period of pre-oviposition	产卵期(d) Period of oviposition	产卵量(粒) Fecundity (eggs)	寿命(d) Longevity
第1代 1st generation	5.5±0.3 (18) a	15.9±0.8 (18) b	48.3±2.6 (18) a	27.3±1.2 (18) a
第2代 2nd generation	5.8±0.3 (15) a	13.4±0.8 (15) b	44.7±2.3 (15) a	26.8±1.3 (13) a
对照 CK	5.4±0.2 (23) a	20.1±0.9 (23) a	53.3±2.4 (23) a	30.4±1.1 (23) a
ANOVA分析结果 ANOVA result	$df=2, 55$, $F=0.765$, $P=0.470$	$df=2, 55$, $F=14.427$, $P<0.001$	$df=2, 55$, $F=3.163$, $P=0.050$	$df=2, 55$, $F=8.832$, $P<0.001$

3 小结与讨论

在本研究中，由于实验虫源采自棉田，所以用小花蝽在棉田的自然寄主棉蚜做了对照培养，实验证明了所配液体人工饲料饲养南方小花蝽若虫的可行性(表1)。然而，评价小花蝽人工饲料优劣的一个最重要标准就是小花蝽取食这种饲料后的繁殖力，即产卵量(Ferkovich and Shapiro, 2004a)。所以，几乎所有关于小花蝽饲料的文献中都有小花蝽产卵量的报道。Kakimoto (2005)报道在29℃时，用地中海粉螟的卵饲养的东亚小花蝽 *O. sauteri* 的单雌产卵量可达84粒，雌虫寿命为23天左右；Cocuzza (1997)报道用地中海粉螟的卵饲养的 *O. laevigatus* 和 *O. albidipennis* 的单雌产卵量分别可达109粒和183粒，雌虫寿命在50天左右，因此，地中海粉螟已经成为各实验室保持小花蝽 *O. insidiosus*, *O. sauteri*, *O. albidipennis* 等种群的标准饲料(Yano *et al.*, 2002; Ferkovich and Shapiro, 2004b)。而本实验中所用的啤酒酵母、蛋黄也是国内外在研究小花蝽人工饲料时所通用的添加成分，由于小花蝽低龄若虫主要取食花粉，所以本实验在饲料中添加了蜂蜜。

南方小花蝽取食液体人工饲料后的单雌产卵量与取食自然寄主棉蚜后的单雌产卵量相比，没有显著差异。与对照组小花蝽53粒的产卵量相比，第1代小花蝽的产卵量可达48粒，第2代小花蝽的产卵量也达到了44粒(表2)，说明本研究中所配制的液体人工饲料能满足南方小花蝽生殖发育的营养需求，但南方小花蝽的最大生殖力究竟有多大，取食地中海粉螟的卵后的生殖力能否达到东亚小花蝽取食后的生殖力，还需在以后的实验中进一步验证。另外，由于所配液体人工饲料成份复杂，蛋白质类、脂类、碳水化合物类物质、水以及其他物质的含量尚不确定，究竟是哪种成份在提高南方小花蝽产卵量过程中起关键作用，还需要实验进一步验证。Ferkovich 和 Shapiro (2004b)报道美洲小花蝽 *O. insidiosus* 的人工饲料应包含34.2%的蛋白质、2.4%的脂类物质、6%的碳水化合物以及67.4%的水分。这个配比是否适合本地的南方小花蝽，也需要验证。

南方小花蝽取食液体人工饲料后的产卵期明显短于对照组，究竟是哪种成分影响了这个结果，目前还不清楚。饲料成分对产卵期的影响，国内外尚未见报道。如果能在保证产卵量的基础上缩短产卵期，对小花蝽的人工饲养也有重要意义。

用液体人工饲料饲养南方小花蝽，其成虫获得率低的原因主要是低龄若虫易被培养液粘死。南方小花蝽比较活泼，善于爬行，取食时喜欢寻找空隙钻入，故常常被营养液粘死。因此，若能筛选出一种理想的营养液载体，将能有效的解决人工饲养南方小花蝽的问题。

致谢 感谢华中农业大学昆虫资源利用与害虫可持续治理湖北省重点实验室柯尖江、郝程程等同学在本实验结果统计过程中所提供的大力帮助。感谢两位匿名审稿人对本文提出的宝贵修改意见，感谢编辑对本文认真细致的校对及修改。

参考文献(References)

Arijs Y, De Clercq P, 2004. Liver-based artificial diets for the production of *Orius laevigatus*. *BioControl*, 49: 505–516.

Butler CD, O'Neil RJ, 2007. Life history characteristics of *Orius insidiosus* (Say) fed *Aphis glycines* Matsumura. *Biological Control*, 40: 333–338.

Cocuzza GE, De Clercq P, Van De Veire M, De Cock A, Degheele D, Vacante V, 1997. Reproduction of *Orius laevigatus* and *Orius albidipennis* on pollen and *Ephestia kuehniella* eggs. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 82: 101–104.

Ferkovich SM, Shapiro JP, 2004a. Increased egg-laying in *Orius insidious*

（Hemiptera：Anthrocoridae）fed artificial diet supplemented with an embryonic cell line. *Biological Control*，31：11 – 15.

Ferkovich SM，Shapiro JP，2004b. Compared of prey-derived and non-insect supplements on egg-laying of *Orius insidiosus* maintained on artificial diet as adults. *Biological Control*，31：57 – 64.

Ferkovich SM，Shapiro JP，2005. Enhanced oviposition in the insidious flower bug，*Orius insidious*（Hemiptera：Anthrocoridae）with a partially purified nutritional factor from prey eggs. *Florida Entomologist*，88（3）：253 – 257.

Kakimoto K，Urano S，Noda T，Matuo K，Sakamaki Y，Tsuda K，Kusigemati K，2005. Comparison of the reproductive potential of three *Orius* species，*O. strigicollis*，*O. sauteri*，and *O. minutus*（Hemiptera：Anthocoridae），using eggs of the Mediterranean flour moth as a food source. *Applied Entomology and Zoology*，40（2）：247 – 255.

Lei CL，1997. Biological Pink Bollworm Suppression. Science Press，Beijing. 53 – 83.［雷朝亮，1997. 红铃虫生物抑制. 北京：科学出版社. 53 – 83］

Wang FH，Zhou WR，Wang R，19998. The biological observation and the rearing method of *orius sauteri*（Hemiptera：Anthocoridae）. *Natural Enemies of Insects*，20（1）：42 – 44.［王方海，周伟儒，王韧，1998. 东亚小花蝽的生物学及其人工繁殖. 昆虫天敌，20（1）：42 – 44］

Yano，E，Watanabe K，Yara K，2002. Life history parameters of *Orius sauteri*（Poppius）（Hemiptera：Anthocoridae）reared on *Ephestia kuehniella* eggs and the minimum amount of the diets for rearing individuals. *Journal of Applied Entomology*，126：389 – 394.

Zhou XM，Lei CL，2002. Utilization efficiency and functional response of *Orius similis* Zheng（Hemiptera：Anthocoridae）to different preys. *Acta Ecologica Sinica*，22（12）：2 085 – 2 090.［周兴苗，雷朝亮，2002. 南方小花蝽对不同猎物捕食作用及利用效率. 生态学报，22（12）：2 085 – 2 090］

Zhou XM，Zhu F，Li H，Lei CL，2006. Effect of temperature on development of *Orius similis* Zheng（Hemiptera：Anthocoridae）and on its predation activity against *Aphis gossypii* Glover（Hemiptera：Aphididae）. *The Pan-Pacific Entomologist*，82（1）：97 – 102.

（责任编辑：袁德成）